

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI04/000758

International filing date: 13 December 2004 (13.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20031829  
Filing date: 15 December 2003 (15.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 18 February 2005 (18.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 26.1.2005

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Metso Automation Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20031829

Tekemispäivä  
Filing date

15.12.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

F16J

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Mittalaitteen tiiviste"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

## Mittalaitteen tiiviste

### Ala

Keksinnön kohteena on tiiviste, mittalaite, mittaussuunnitelma ja tiivisteiden valmistusmenetelmä liittyen kaksiakselisella mittalaitteella suoritettavaan fluidin mittaukseen.

### Tausta

Esimerkiksi massan sakeutta mitataan prosessiteollisuudessa käyttämällä kaksiakselista mittalaitetta, jossa akselit ovat sisäkkäin. Akselit on joustavasti laakeroitu toisiinsa, mikä mahdollistaa akselien välisen rajoitetun kiertymän. Kiertymä, joka voidaan ilmaista myös vaihe-erona, voi olla enimmillään muutamia asteita.

Akselit vaikuttavat toisiinsa sähkömagneettien muodostamien magneettikenttien avulla, jolloin pyöritettäessä ensimmäistä akselia esimerkiksi sähkömoottorin avulla mitattavassa massassa, myös toinen akseli pyörii. Akselien päässä on erilaiset ulokkeet, joiden pyörimistä mitattava massa sakeudellaan eri voimakkuudella pyrkii jarruttamaan. Tämä aiheuttaa akselien välille vääntömomentin, joka pyrkii kasvattamaan vaihe-eroa joustavasti laakeroitujen akselien välille. Vaihe-ero pyritään kuitenkin pitämään vakiona mittauksen aikana säätämällä keloihin syötettävän virran määrää, jolloin muuttuvat magneettiset voimat kompensoivat tarkasti akselien välillä vaikuttavan vääntömomentin. Massan sakeus, joka on verrannollinen vääntömomenttiin, voidaan määrittää mittaamalla keloihin syötettyä virtaa. Vastaavalla tavalla voidaan yleisessä tapauksessa mitata fluidien leikkaus- ja kitkavoimia, viskositeettia tai sakeutta.

Akselien väli on tunnetussa tekniikassa tiivistetty elastomeerisella tiivisteellä, kuten O-rengastiivisteellä. O-renkaan käyttöön liittyy kuitenkin ongelmia. O-rengas luistaa etenkin akselien vaihe-eron kasvaessa ja vaihdellessa, mikä muuttaa kitkaa akselien välillä ennaltamääräämättömällä tavalla. Lisäksi koska tiiviste joutuu kestämaan prosessissa lämpötilan vaihteluita ja mahdollisesti erilaisia kemikaaleja, elastomeerisen tiivisteiden ominaisuudet muuttuvat ajan mukana, mikä myös muuttaa kitkaa akselien välillä tuntemattomalla tavalla. Koska akselien välinen kitka, joka muodostuu tiivisteiden ja akselien välisestä kitkasta ja tiivisteiden sisäisestä kitkasta, vaikuttaa akselien väliseen vääntömomenttiin, tiivisteiden aiheuttamat satunnaiset ja/tai ennaltamääräämättömät muutokset vääntömomenttiin huonontavat fluidin ominaisuuksien mittausta merkit-

tävästi. Tämä puolestaan voi prosessinohjaukseen vaikuttaessaan saattaa koko säädettävän prosessin väärään tilaan ja heikentää lopputuotteen laatua.

### Lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on toteuttaa parannettu tiiviste, mittalaite, tiiviste-  
 5 visten valmistusmenetelmä ja mittausmenetelmä. Tämän saavuttaa tiiviste, joka tarkoitettu käytettäväksi akseliparin väliseen tiivistämiseen fluidin mittauksen yhteydessä, missä akselit pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisäakseli on ulkoakselin sisällä ja akselit on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan ennalta määrätyissä rajoissa. Edelleen tiiviste on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste; tiiviste käsittää ainakin kaksi putkiosaa, jotka ovat toisissaan  
 10 kiinni; ainakin kahden putkiosan poimujen kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen; tiiviste on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin ja toisesta päästään kiinnitetty sisäakseliin; ja tiiviste on sovitettu kiertymään vääntömomentilla, joka on verrannollinen akselien väliseen vaihe-eroon.

Keksinnön kohteena on myös mittalaite, joka käsittää samaan suuntaan pyörivän akseliparin, joista sisäakseli on ulkoakselin sisässä; mittalaite käsittää tiiviste-  
 15 visten, joka on tarkoitettu akseliparin väliseen tiivistämiseen; mittalaite on sovitettu määrittämään mitattavan fluidin ominaisuus fluidin aiheuttaessa vaihe-eron akselien välille muodostamallaan vääntömomentilla. Edelleen tiiviste on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste; tiiviste käsittää  
 20 ainakin kaksi putkiosaa, jotka ovat toisissaan kiinni; ainakin kahden putkiosan poimujen kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen; tiiviste on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin ja toisesta päästään kiinnitetty sisäakseliin; ja tiiviste on sovitettu kiertymään vääntömomentilla, joka on verrannollinen akselien  
 25 väliseen vaihe-eroon.

Keksinnön kohteena lisäksi mittausmenetelmä, jossa mitataan fluidin ominaisuutta kahden sisäkkäisen ja samaan suuntaan pyörivän akselin väliseen vaihe-eroon perustuen, joka johtuu fluidin aiheuttamasta akselien välisestä vääntömomentista. Menetelmässä edelleen muodostetaan tiivisteellä,  
 30 joka on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste ja joka käsittää ainakin kaksi toisissaan kiinni olevaa putkiosaa, fluidin akselien välille aiheuttamaan vääntömomenttiin nähden vastakkaiseen suuntaan vääntävä vääntömomentti, joka on akselien välillä olevaan vaihe-eroon verrannollinen; kukin putkiosa käsittää ainakin yhden poimun; ainakin kahden putkiosan poimujen  
 35 kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen; tiiviste on yhdestä päästään kiinni-

tetty ulkoakseliin ja toisesta päästään kiinnitetty sisääkseliin; mitataan akselien välinen vaihe-ero; ja määritetään fluidin ominaisuus vaihe-eron perusteella.

Keksinnön kohteena on vielä tiivisteiden valmistusmenetelmä, missä tiiviste on tarkoitettu käytettäväksi mittalaitteen akseliparin väliseen tiivistämiseen, missä akselit pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisääkseli on ulkoakselin sisällä ja akselit on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan ennalta määrätyissä rajoissa. Menetelmässä edelleen valmistetaan putkimainen tiiviste kimmoisasta aineesta; muodostetaan tiivisteeseen ainakin kaksi putkiosaa; muodostetaan kuhunkin putkiosaan ainakin yksi poimu, jonka kiertymäkulma poikkeaa putkimaisen tiivisteiden pituusakselin suunnasta; muodostetaan ainakin kahteen putkiosaan poimut, joiden kiertymäkulmat ovat toisilleen vastakkaiset, tiivisteiden mittauksen aikaisesta kiertymisestä johtuvan vääntömomentin saamiseksi verrannolliseksi akselien väliseen vaihe-eroon; muodostetaan tiivisteiden päihin kiinnitysosat, joista tiiviste on kiinnitettävissä akselipareihin siten, että tiiviste on yhdestä päästään kiinni ulkoakselissa ja toisesta päästään kiinni sisääkselissa.

Keksinnön edullisia suoritusmuotoja kuvataan epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön mukaisella menetelmällä ja järjestelmällä saavutetaan useita etuja. Tiivisteiden ominaisuudet pysyvät muuttumattomina ajan suhteen. Tiiviste ei myöskään aiheuta ennaltamääräämättömiä muutoksia akselien väliseen vääntömomenttiin eri prosessiolosuhteissa, mikä tarkoittaa mittausta.

### Kuvioluettelo

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

- kuvio 1 esittää sakeuden mittalaitetta,
- kuvio 2 esittää tiivistettä,
- kuvio 3 esittää tiivistettä kiinni akseleissa,
- kuvio 4A esittää tiivistettä, jossa on sisäkkäiset putkiosat,
- kuvio 4B esittää tiivistettä, jossa on sisäkkäiset putkiosat,
- kuvio 5 esittää mittausmenetelmän vuokaaviota, ja
- kuvio 6 esittää valmistusmenetelmän vuokaaviota.

### Suoritusmuotojen kuvaus

Esitetty ratkaisu soveltuu fluidin sakeuden, viskositeetin, leikkaus- ja kitkavoimien mittaukseen. Ratkaisua voidaan soveltaa esimerkiksi paperi-, kar-

tonki- ja selluteollisuudessa ja jätevesien käsittelyssä näihin kuitenkin rajoittumatta. Mitattava fluidi voi olla nestettä, kaasua tai suspensiota.

Kuvio 1 esittää kaksiakselista mittalaitetta, jolla voidaan mitata esimerkiksi puukuituja sisältävän suspension sakeutta, mihin esitetty ratkaisu hyvin sopii. Ratkaisu käsittää kaksi akselia siten, että ulkoakselin 100 sisässä on sisäakseli 102. Ulkoakselin 100 päässä voi olla potkuri 104, joka pyöriessään voi vetää prosessiputken 106 päävirrasta mitattavaa fluidia mittauskammioon 108. Potkuri 104 voi myös sekoittaa suspensiota mittauksen aikana. Sisäakselin 102 päässä voi olla tuntoelin 110. Sähkömoottori 112 tai vastaava voi pyörittää akselia 100 esimerkiksi hihnavälityksen 114 avulla vakionopeudella tai muutoin tunnetulla tavalla. Molemmat akselit pyörivät samaan suuntaan, ja mitausosassa 116 olevan akselien välisen sähkömagneettisen kytkennän avulla akselit 100, 102 pidetään vakiovaiheessa toistensa suhteen, vaikka mitattavan fluidin leikkaus- ja kitkavoimat pyrkivät akselien välille aiheuttamallaan vääntömomentilla muuttamaan vaihe-eroa.

Akselien välisellä vaihe-erolla tarkoitetaan akselien välistä kiertymää ennalta määrätystä alkuasennosta. Tavallisesti toisiinsa joustavasti laakeroidut akselit voivat kiertyä enimmillään muutamia asteita. Vaihe-ero voidaan mitata optisesti käyttäen esimerkiksi optista mittalaitetta mitausosassa 116, joka käsittää optisen lähettimen, optisen vastaanottimen ja kaksi samanlaista hammaspyörää (ei esitetty kuviossa 1). Näistä ensimmäistä hammaspyörää pyörittää ulkoakseli 100 ja toista hammaspyörää pyörittää sisäakseli 102. Hammaspyörien pyöriessä akselien mukana hampaat toimivat optisen lähettimen ja vastaanottimen välisen säteen katkojina ja muodostavat pulssitetun signaalin vastaanottimelle. Kun akselit 100, 102 ovat samanvaiheiset, hammaspyörien hampaat voivat olla kohdakkain. Mutta kun akselien 100, 102 välille muodostuu vaihe-eroa, hammaspyörien hampaat siirtyvät vastaavasti toistensa suhteen. Tämä muuttaa optisen signaalin pulssisuhdetta. Vaihe-ero on siis suoraan verrannollinen pulssisuhteeseen. Vaihe-ero voidaan mitata myös muilla sinänsä tunnetuilla keinoilla.

Akselien 100, 102 välissä on tunnetussa tekniikassa O-rengas 118, joka on ongelmallinen kuten edellä on esitetty.

Kuvio 2 esittää O-renkaan 118 korvaavaa tiivistettä. Yhtenäistä materiaalia oleva putkimainen tiiviste 200, joka muistuttaa paljettiivistettä, käsittää kaksi putkiosaa 202, 204, jotka ovat toisissaan kiinni. Putkimaisuudella tarkoitetaan sitä, että tiivisteeseen poikkileikkausprofiili muodostaa suljetun kehän, joka

voi olla esimerkiksi ympyrän, ellipsin, monikulmion tai mikä tahansa muun jat-  
 kuvalla käyrällä piirrettävän kuvion kehän muotoinen. Yleisessä tapauksessa  
 putkiosia voi olla enemmänkin kuin kaksi. Tiivisteiden 200 putkiosat 202, 204  
 voivat olla peräkkäin kunkin putkiosan 202, 204 lisätessä tiivisteiden 200 pituutta  
 5 omalla pituudellaan. Kuvion 2 putkiosa 202 voi käsittää 6 aaltomaista poimua  
 212. Samoin putkiosa 204 voi käsittää 6 aaltomaista poimua 214. Poimuja voi  
 olla kussakin putkiosassa haluttu määrä siten, että yleisessä tapauksessa ku-  
 kin putkiosa käsittää ainakin yhden poimun. Putkiosan 202 poimujen 212 kier-  
 tymäkulma tiivisteiden pituusakselin 206 suhteen on  $\alpha$ . Putkiosan 204 poimujen  
 10 214 kiertymäkulma tiivisteiden pituusakselin 206 suhteen on  $\beta$ . Tiivisteiden 200  
 kahden eri putkiosan poimujen määrä voi poiketa toisistaan. Kuviossa 2 tiivis-  
 teiden 200 putkiosien 200, 202 poimut kiertyvät eri suuntiin. Yleisesti tiivisteelle  
 200 pätee, että ainakin kahden eri putkiosan poimujen kiertymäkulma on toisil-  
 leen vastakkainen. Putkiosien kiertymään liittyvien poimujen kiertymäkulmat  
 15 poikkeavat sekä putkimaisen tiivisteiden pituusakselin 206 suunnasta että suun-  
 nasta, joka on  $90^\circ$  kulmassa tiivisteiden pituusakselin 206 suuntaan nähden. Jos  
 siis putkiosan 202 kiertymäkulma on  $\alpha = 45^\circ$  putkimaisen tiivisteiden pituusakse-  
 lin 206 suunnasta, putkiosan 204 kiertymäkulma voi olla  $\beta = -45^\circ$  putkimaisen  
 tiivisteiden pituusakselin 206 suunnasta, missä miinus-merkki tarkoittaa vastak-  
 20 kaista kiertymäkulmaa. Toisaalta putkiosan 204 kiertymäkulma voi olla myös  
 $\beta = -30^\circ$  putkimaisen tiivisteiden pituusakselin 206 suunnasta, koska poimujen  
 kiertymän suuruuden ei tarvitse olla itseisarvoltaan yhtä suuri eri putkiosissa.  
 Tiiviste voi käsittää kummassakin päässä kiinnitysosat 208, 210 tiivisteiden kiin-  
 nittämiseksi akseleihin. Poimujen kiertymäkulmien vastakkaisuus mahdollistaa  
 25 sen, että tiivisteiden päät eivät kierry pituusakselin 206 suuntaisessa puristuk-  
 sessa.

Kuvio 3 esittää tiivistettä paikallaan akselien välillä. Putkimainen tiivis-  
 te 200 on kiinnitetty yhdestä päästään sisäakseliin 102 käyttäen kiinnitys-  
 osaa 208 ja tiiviste 200 on kiinnitetty toisesta päästään ulkoakseliin 100 käyt-  
 30 täen kiinnitysosaa 210.

Kuviossa 4A on esitetty ratkaisu, jossa putkimaisen tiivisteiden aina-  
 kin yksi putkiosa 400 on ainakin yhden muun putkiosan 402 sisällä siten, että  
 sisällä oleva putkiosan 400 pää 404, joka muodostaa tiivisteiden yhden pään, on  
 kiinnitettävissä sisäakseliin kiinnitysosalla 208, ja toinen tiivisteiden pää 406 on  
 35 kiinnitettävissä ulkoakseliin kiinnitysosalla 210.

Myös kuviossa 4B on esitetty ratkaisu, jossa putkimaisen tiiviste-  
 ainakin yksi putkiosa 400 on ainakin yhden muun putkiosan 402 sisällä siten,  
 että sisällä oleva putkiosan 400 pää 404, joka muodostaa tiiviste-  
 pään, on kiinnitettävissä sisäakseliin kiinnitysosalla 208, ja toinen tiiviste-  
 5 406 on kiinnitettävissä ulkoakseliin kiinnitysosalla 210. Erona kuvion 4A ratkai-  
 suun on se, että putkiosat ovat kuviossa 4B samansuuntaisia eivätkä vinossa  
 kulmassa toisiinsa nähden.

Tiiviste valmistetaan kimmoisasta aineesta, jollaista useat metallit ja  
 metalliseokset ovat. Kimmoisa kappale palaa entiseen muotoonsa, kun muo-  
 10 donmuutoksen aiheuttava voima lakkaa vaikuttamasta. Tästä syystä kimmoi-  
 saan kappaleeseen ei jää pysyvää muodonmuutosta. Kimmoisa aine voi olla  
 lineaarisesti tai epälineaarisesti kimmainen. Esimerkiksi ruostumaton teräs so-  
 pii hyvin tiiviste-  
 valmistusmateriaaliksi, koska siitä valmistettu tiiviste kestää  
 monenlaisia prosessiolosuhteita. Materiaalin kimmoisuus takaa sen, että tiivis-  
 15 teeseen kohdistuva pituusakselin 206 suuntainen puristuma tai kehän suuntai-  
 nen kiertymä on palautuva puristuksen tai kiertymän aiheuttavan voiman lakat-  
 tua vaikuttamasta. Samoin kimmoisuuden avulla saadaan aikaan se, että tiivis-  
 te 200 muodostaa toistensa suhteen kiertyvien akselien välille vääntömoment-  
 tin  $\tau$ , joka on verrannollinen akselien väliseen vaihe-eroon eli kiertyneiden ak-  
 20 selien väliseen kulmaan  $\theta$ :

$$\tau = f(\theta), \quad (1)$$

missä  $f$  on funktio, jolla vääntömomentti riippuu vaihe-erosta. Vääntömomentti  
 voi olla lineaarisesti verrannollinen akselien väliseen vaihe-eroon, jolloin voi-  
 daan kirjoittaa:

$$25 \quad \tau = k\theta, \quad (2)$$

missä  $k$  on vääntöjousivakio, joka riippuu, kuten funktio  $f$ , ainakin materiaalista  
 (materiaalin kimmomodulista), materiaalin paksuudesta, putkimaisen tiiviste-  
 poikkiprofiilin dimensioista, tiiviste- ja putkiosien pituudesta, poimujen mää-  
 rästä ja poimujen muodosta. Vakion  $k$  arvoksi voidaan valita esimerkiksi (1  
 30 Nm)/(1°). Haluttu vakion  $k$  arvo saadaan aikaan valmistamalla tiiviste halutusta  
 materiaalista sopivilla mitoilla. Tiiviste-  
 ominaisuudet pysyvät muuttumatto-  
 mina myös pitkäaikaisessa käytössä. Tiiviste-  
 vääntömomentti  $\tau$  on itseisar-  
 voltaan samansuuruinen, mutta suunnaltaan vastakkainen fluidin aiheutta-  
 maan vääntömomenttiin nähden. Tiivistettä käytettäessä akselien välistä säh-  
 35 kömagneettista kytkentää ei välttämättä tarvita, koska fluidin ominaisuus voi-  
 daan määrittää suoraan akselien välisestä vaihe-erosta. Fluidin ominaisuus,



kuten sakeus  $c$ , voidaan määrittää kokemusperäisen tiedon avulla vääntömomentista.

Koko tiiviste voi olla samaa materiaalia, jossa materiaalipaksuus pysyy vakiona, ja eri putkiosat voivat olla saman mittaisia poimujen korkeuden ja lukumäärän ollessa samat. Myös poimujen kiertymäkulmat voivat olla itseisarvoltaan samat. Esitetyssä ratkaisussa ainakin kahden putkiosan materiaalit voivat toisaalta myös poiketa toisistaan. Tällöin eri putkiosat valmistetaan erikseen ja kiinnitetään toisiinsa kiinni. Koska tiivisteiden pituusakselin suuntainen puristus ei saa aiheuttaa tiivisteiden kiertymää eikä siten vaihe-eroa akselien välille, eri materiaalien toisistaan poikkeavien kimmomodulien vaikutus tulee kompensoida. Tämä on mahdollista esimerkiksi tekemällä eri putkiosat eri mittaisiksi. Koska esimerkiksi teräksen kimmomoduli on noin kolme kertaa suurempi kuin alumiinin, tulee teräksisen putkiosan olla vastaavasti noin kolme kertaa pitempi kuin alumiinisen putkiosan. Vastaavasti pituuden sijaan voidaan muuttaa seinämän paksuutta, poimujen korkeutta, poimujen määrää tai jotain mainittujen ominaisuuksien kombinaatiota.

Esitetyssä ratkaisussa ainakin kahden putkiosan seinämän paksuudet tai poimujen korkeudet ja poimujen lukumäärät voivat myös poiketa toisistaan. Kutakin näistä putkiosien eroista voidaan kompensoida yhdellä tai useammalla muulla putkiosien välisellä erolla samaan tapaan kuin materiaalien välisen eron yhteydessä on kuvattu. Poimujen määrän lisääminen tai poimujen korkeuden kasvattaminen vähentää tiivisteiden vääntöjäykkyyttä eli vääntöjousivakio  $k$  pienenee. Poimujen kiertymäkulman itseisarvolla  $|\alpha| = |\beta| = 45^\circ$  tiivisteiden vääntöjäykkyys on pienimmillään. Kiertymäkulman pienentäminen tai suurentaminen tästä arvosta johtaa tiivisteiden vääntöjäykkyyden suurenemiseen. Putkimaisen tiivisteiden keskimääräisen halkaisijan pienentäminen puolestaan pienentää vääntöjäykkyyttä. Muutettaessa tiivisteiden pituusmittoja vääntöjäykkyyden voidaan pääsääntöisesti olevan ainakin likimäärin lineaarinen. Tiivisteiden täsmällinen vääntöjäykkyys voidaan mitata ennen käyttöön ottoa.

Kun putkimaisessa tiivisteessä on ainakin kaksi putkiosaa, joissa on eri suuntaiset poimujen kiertymäkulmat, tiivisteeseen kohdistuva pituusakselin suuntainen puristus ei aiheuta akselien välille vaihe-eroa eli tiivisteiden päät eivät kierry toistensa suhteen. Puristusta voi aiheuttaa esimerkiksi prosessipaine, joka paperiteollisuudessa voi olla kymmeniä baareja.

Tarkastellaan kuvion 5 avulla mittausmenetelmän vuokaaviota, jossa mitataan fluidin ominaisuutta mittalaitteen kahden sisäkkäisen ja pyörivän

akselin 100, 102 väliseen vaihe-eroon perustuen, missä fluidi aiheuttaa akseli-  
 en välisen vääntömomentin. Askeleessa 500 muodostetaan tiivisteellä 200,  
 joka on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste ja joka käsittää  
 ainakin kaksi toisissaan olevaa putkiosaa, fluidin aiheuttamaan vääntömoment-  
 5 tiin nähden vastakkaiseen suuntaan vääntävä vääntömomentti, joka on akseli-  
 en välillä olevaan vaihe-eroon lineaarisesti verrannollinen. Kukin putkiosa kä-  
 sittää ainakin yhden poimun. Ainakin kahden putkiosan poimujen kiertymäkul-  
 ma on toisilleen vastakkainen suhteessa tiivisteiden pituusakseliin. Tiiviste on  
 yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin ja toisesta päästään kiinnitetty sisäak-  
 10 seliin. Askeleessa 502 mitataan akselien välinen vaihe-ero ja askeleessa 504  
 määritetään fluidin ominaisuus vaihe-eron perusteella.

Tarkastellaan vielä kuvion 6 avulla tiivisteiden valmistusmenetelmää,  
 kun tiiviste on tarkoitettu käytettäväksi mittalaitteen akseliparin 100, 102 väli-  
 seen tiivistämiseen, missä akselit pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisä-  
 15 akseli on ulkoakselin sisällä ja akselit on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan en-  
 nalta määrättyissä rajoissa. Askeleessa 600 valmistetaan putkimainen tiiviste  
 200 kimmoisasta aineesta. Askeleessa 602 muodostetaan tiiviste ainakin kah-  
 desta putkiosasta 202, 204, 400, 402. Askeleessa 604 muodostetaan kuhunkin  
 putkiosaan ainakin yksi poimu, jonka kiertymäkulma poikkeaa putkimaisen tiiv-  
 20 visten pituusakselin suunnasta. Askeleessa 606 muodostetaan ainakin kah-  
 teen putkiosaan poimut, joiden kiertymäkulmat ovat toisilleen vastakkaiset, tiiv-  
 visten mittauksen aikaisesta kiertymisestä johtuvan vääntömomentin saami-  
 seksi verrannolliseksi akselien väliseen vaihe-eroon. Askeleessa 608 muodos-  
 tetaan tiivisteiden päihin kiinnitysosat 208, 210, joista tiiviste on kiinnitettävissä  
 25 akselipareihin siten, että tiiviste on yhdestä päästään kiinni ulkoakselissa ja toi-  
 sesta päästään kiinni sisäakselissa.

Poimut 212, 214 voivat olla halutun muotoisia ja suuruisia, esimer-  
 kiksi aaltomaisia koho- ja urakuvioita tiivisteiden putkimaisessa rakenteessa.  
 Poimujen avulla tiivisteiden seinämä voi olla paksumpi kuin poimuttamattoman  
 30 putken seinämä saman vääntöjäykkyyden aikaansaamiseksi. Paksuseinämai-  
 nen tiiviste kestää suuria prosessipaineita ohutseinämästä tiivistettä paremmin.

Tiiviste voidaan valmistaa hitsaamalla, rullamuovaamalla tai hydrau-  
 lisella nestepainemuovauksella. Nestepainemuovaamisessa päistään tiiviste-  
 tyn putkiaihion sisälle muodostetaan niin suuri paine, että putkiaihio pullistuu.  
 35 Putkiaihion ulkopintaa vasten on muotti, jolloin putkiaihio pullistuu muotin muo-  
 toiseksi. Esitetty tiiviste voi olla hyvin monen kokoinen ja valmistusmateriaalina

voi olla hyvin monet aineet. Tiiviste voi olla esimerkiksi seuraavanlainen: pituus 100 mm, halkaisija 14 mm, seinämän vahvuus 0,2 mm, poimujen lukumäärä 9 ja poimujen korkeus 1 mm. Näillä mitoituksilla voidaan saada vääntöjousivakioksi noin 1 Nm/1°.

- 5 Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut niihin, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

**Patenttivaatimukset**

1. Tiiviste, joka tarkoitettu käytettäväksi akseliparin (100, 102) väli-  
seen tiivistämiseen fluidin mittauksen yhteydessä, missä akselit (100, 102)  
pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisääkseli (102) on ulkoakselin (100) si-  
sällä ja akselit (100, 102) on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan ennalta määrä-  
5 tyissä rajoissa, t u n n e t t u siitä, että

tiiviste (200) on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiivis-  
te;

tiiviste (200) käsittää ainakin kaksi putkiosaa (202, 204, 400, 402),  
10 jotka ovat toisissaan kiinni;

ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) poimujen (212, 214)  
kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen;

tiiviste (200) on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin (100) ja toi-  
sesta päästään kiinnitetty sisääkseliin (102); ja

15 tiiviste (200) on sovitettu kiertymään vääntömomentilla, joka on ver-  
rannollinen akselien (100, 102) väliseen vaihe-eroon.

2. Mittalaite, joka käsittää samaan suuntaan pyörivän akseliparin  
(100, 102), joista sisääkseli (102) on ulkoakselin (100) sisässä;

mittalaite käsittää tiivisteen, joka on tarkoitettu akseliparin väliseen  
20 tiivistämiseen;

mittalaite on sovitettu määrittämään mitattavan fluidin ominaisuus  
fluidin aiheuttaessa vaihe-eron akselien (100, 102) välille muodostamallaan  
vääntömomentilla, t u n n e t t u siitä, että

tiiviste (200) on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiivis-  
25 te;

tiiviste (200) käsittää ainakin kaksi putkiosaa (202, 204, 400, 402),  
jotka ovat toisissaan kiinni;

ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) poimujen (212, 214)  
kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen;

30 tiiviste (200) on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin (100) ja  
toisesta päästään kiinnitetty sisääkseliin (102); ja

tiiviste (200) on sovitettu kiertymään vääntömomentilla, joka on ver-  
rannollinen akselien (100, 102) väliseen vaihe-eroon.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että tiivisteeseen (200) ainakin yksi putkiosa (400) on ainakin yhden muun putkiosan (402) sisällä siten, että sisällä oleva putkiosa (400), jonka pää (404) muodostaa tiivisteeseen yhden pään, on kiinnitettävissä sisääkseliin (102), ja toinen tiivisteeseen pää (406) on kiinnitettävissä ulkoakseliin (100).

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että tiivisteeseen (200) putkiosat (202, 204) ovat peräkkäin kunkin putkiosan (202, 204) lisätessä tiivisteeseen (200) pituutta omalla pituudellaan.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) materiaalit poikkeavat toisistaan.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) seinämän paksuudet poikkeavat toisistaan.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) pituudet poikkeavat toisistaan.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) poimujen (212, 214) korkeudet poikkeavat toisistaan.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tiiviste, tunnettu siitä, että ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) poimujen (212, 214) lukumäärät poikkeavat toisistaan.

10. Patenttivaatimuksen 2 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että mittalaite on sovitettu määrittämään tiivisteeseen (200) vääntömomentti akselien (100, 102) välisestä vaihe-erosta lineaarisena funktiona;  
mittalaite on sovitettu määrittämään fluidin ominaisuus tiivisteeseen (200) vääntömomentin perusteella.

11. Patenttivaatimuksen 2 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että tiivisteeseen (200) ainakin yksi putkiosa (400) on ainakin yhden muun putkiosan (402) sisällä siten, että sisällä oleva putkiosa (400), jonka pää (404)

muodostaa tiivisteen (200) yhden pään, on kiinnitetty sisäakseliin (102), ja toinen tiiviste (200) pää (406) on kiinnitetty ulkoakseliin (100).

12. Patenttivaatimuksen 2 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että tiiviste (200) päät (404, 406) on sovitettu kiertymättömiksi toistensa suhteen.

13. Mittausmenetelmä, jossa mitataan fluidin ominaisuutta kahden sisäkkäisen ja samaan suuntaan pyörivän akselin (100, 102) väliseen vaihe-eroon perustuen, joka johtuu fluidin aiheuttamasta akselien (100, 102) välisestä vääntömomentista, t u n n e t t u siitä, että

10 muodostetaan (500) tiivisteellä (200), joka on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste ja joka käsittää ainakin kaksi toisissaan kiinni olevaa putkiosaa (202, 204, 400, 402), fluidin akselien (100, 102) välille aiheuttamaan vääntömomenttiin nähden vastakkaiseen suuntaan vääntävä vääntömomentti, joka on akselien (100, 102) välillä olevaan vaihe-eroon verrannollinen;

15 kukin putkiosa (202, 204, 400, 402) käsittää ainakin yhden poimun (212, 214);

ainakin kahden putkiosan (202, 204, 400, 402) poimujen (212, 214) kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen;

20 tiiviste (200) on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin (100) ja toisesta päästään kiinnitetty sisäakseliin (102);

mitataan (502) akselien (100, 102) välinen vaihe-ero; ja määritetään (504) fluidin ominaisuus vaihe-eron perusteella.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että määritetään tiiviste (200) vääntömomentti akselien (100, 102) välisestä vaihe-erosta lineaarisella funktiolla, ja määritetään fluidin ominaisuus tiivisteestä (200) määritetyn vääntömomentin perusteella.

15. Tiiviste (200) valmistusmenetelmä, missä tiiviste on tarkoitettu käytettäväksi mittalaitteen akseliparin (100, 102) väliseen tiivistämiseen, missä akselit (100, 102) pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisäakseli (102) on ulkoakselin (100) sisällä ja akselit (100, 102) on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan ennalta määrättyissä rajoissa, t u n n e t t u siitä, että

valmistetaan (600) putkimainen tiiviste (200) kimmoisasta aineesta;

muodostetaan (602) tiivisteeseen (200) ainakin kaksi putkiosaa (202, 204, 400, 402);

5 muodostetaan (604) kuhunkin putkiosaan (202, 204, 400, 402) ainakin yksi poimu (212, 214), jonka kiertymäkulma poikkeaa putkimaisen tiivisteeseen (200) pituusakselin suunnasta;

muodostetaan (606) ainakin kahteen putkiosaan (202, 204, 400, 402) poimut (212, 214), joiden kiertymäkulmat ovat toisilleen vastakkaiset, tiivisteeseen (200) mittauksen aikaisesta kiertymisestä johtuvan vääntömomentin saamiseksi verrannolliseksi akselien (100, 102) väliseen vaihe-eroon;

10 muodostetaan (608) tiivisteeseen (200) päihin kiinnitysosat (208, 210), joista tiiviste (200) on kiinnitettävissä akselipareihin (100, 102) siten, että tiiviste (200) on yhdestä päästään kiinni ulkoakselissa (100) ja toisesta päästään kiinni sisäakselissa (102).

15 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muodostetaan putkiosat (202, 204, 400, 402) erikseen ja kiinnitetään putkiosat (202, 204, 400, 402) toisiinsa yhtenäiseksi tiivisteeksi.

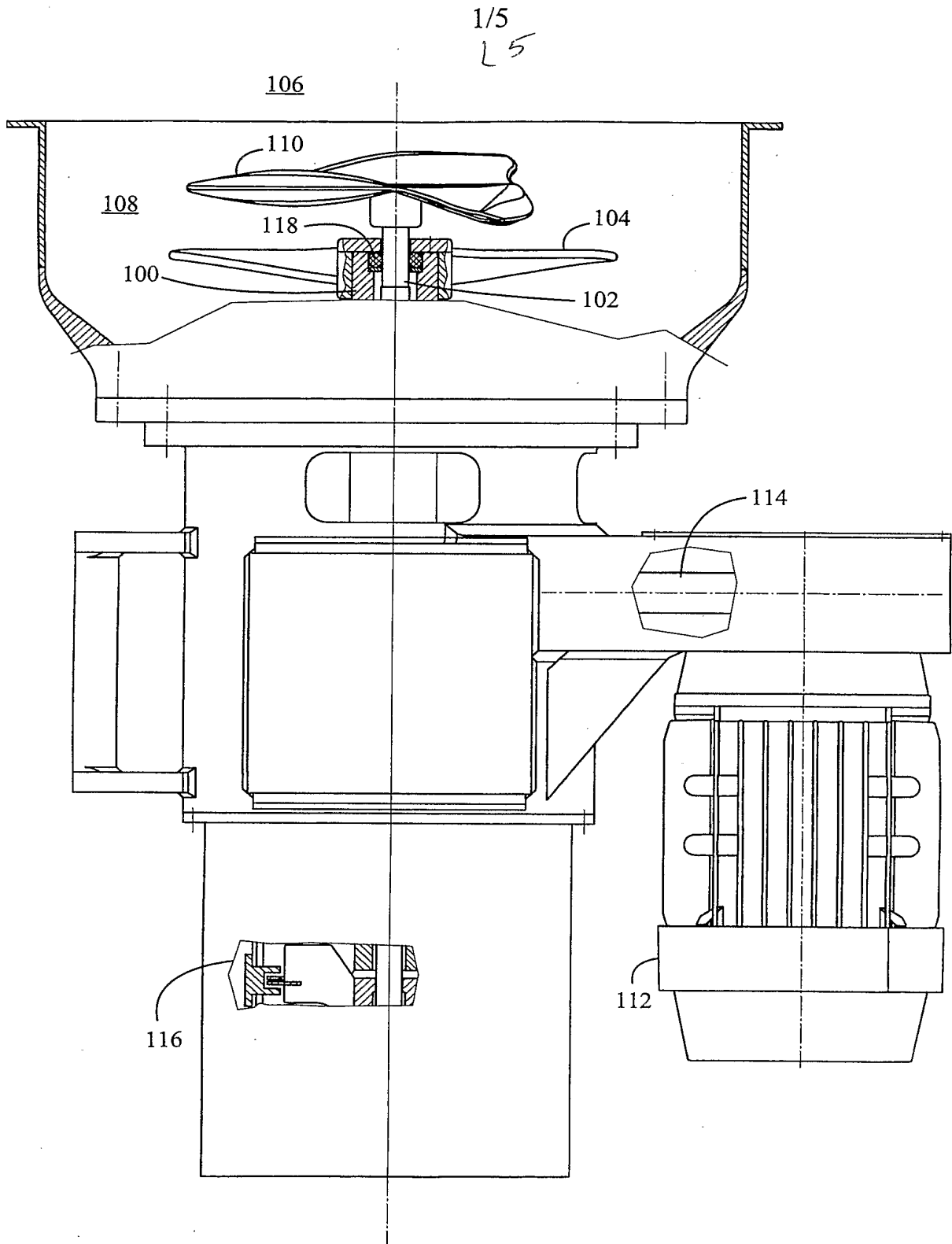
20 17. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sijoitetaan tiivisteeseen ainakin yksi putkiosa (400) ainakin yhden muun putkiosan (402) sisälle, jolloin sisällä oleva putkiosa (400), jonka pää muodostaa tiivisteeseen (200) yhden pään (404), on kiinnitettävissä sisäakseliin (102), ja toinen tiivisteeseen pää (406) on kiinnitettävissä ulkoakseliin (100).

**(57) Tiivistelmä**

Keksinnön kohteena on tiiviste, joka tarkoitettu käytettäväksi akseliparin väliseen tiivistämiseen, missä akselit pyörivät samaan suuntaan, akseleista sisäakseli on ulkoakselin sisällä ja akselit on sovitettu pysymään vaihe-eroltaan ennalta määrätyissä rajoissa. Tiiviste (200) on kimmoisasta aineesta valmistettu putkimainen tiiviste, joka käsittää ainakin kaksi putkiosaa (202, 204), jotka ovat toisissaan kiinni. Ainakin kahden putkiosan (202, 204) poimujen (212, 214) kiertymäkulma on toisilleen vastakkainen. Tiiviste (200) on yhdestä päästään kiinnitetty ulkoakseliin ja toisesta päästään kiinnitetty sisäakseliin, ja tiiviste (200) on sovitettu kiertymään vääntömomentilla, joka on verrannollinen akselien väliseen vaihe-eroon.

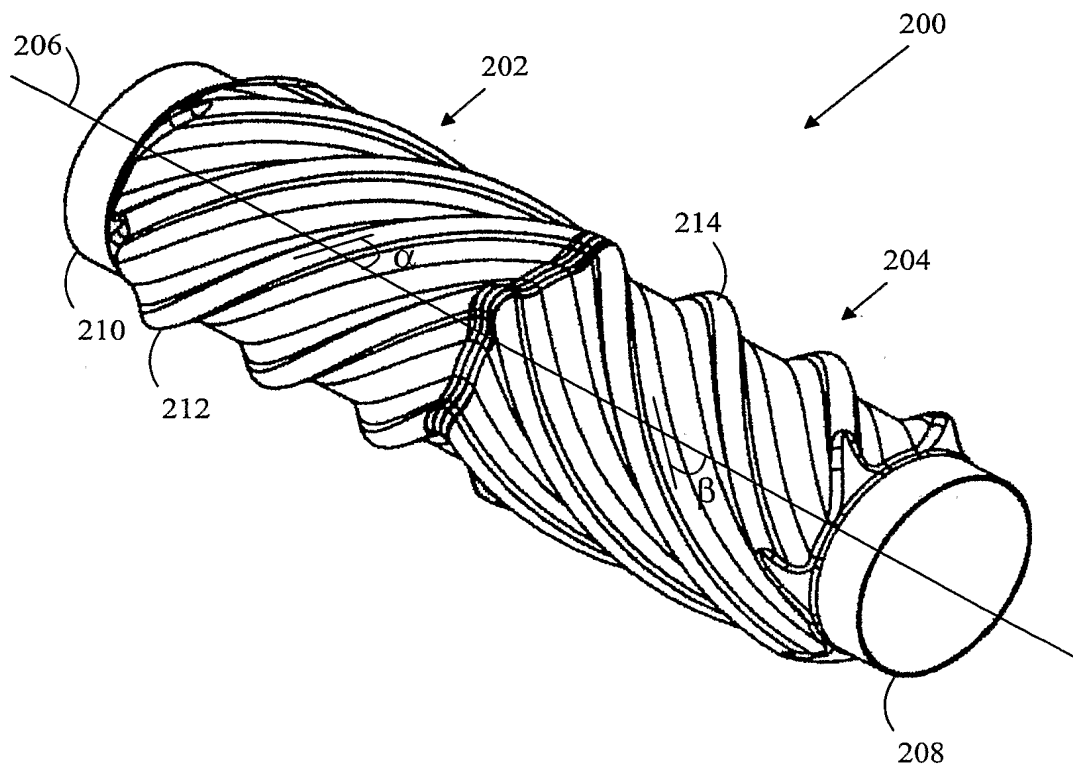
(Kuvio 2)



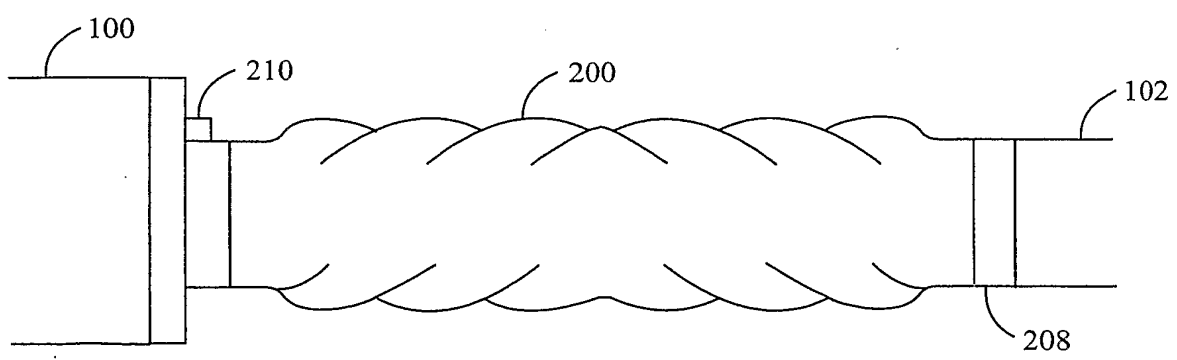


KUVIO 1

2/5  
L 5

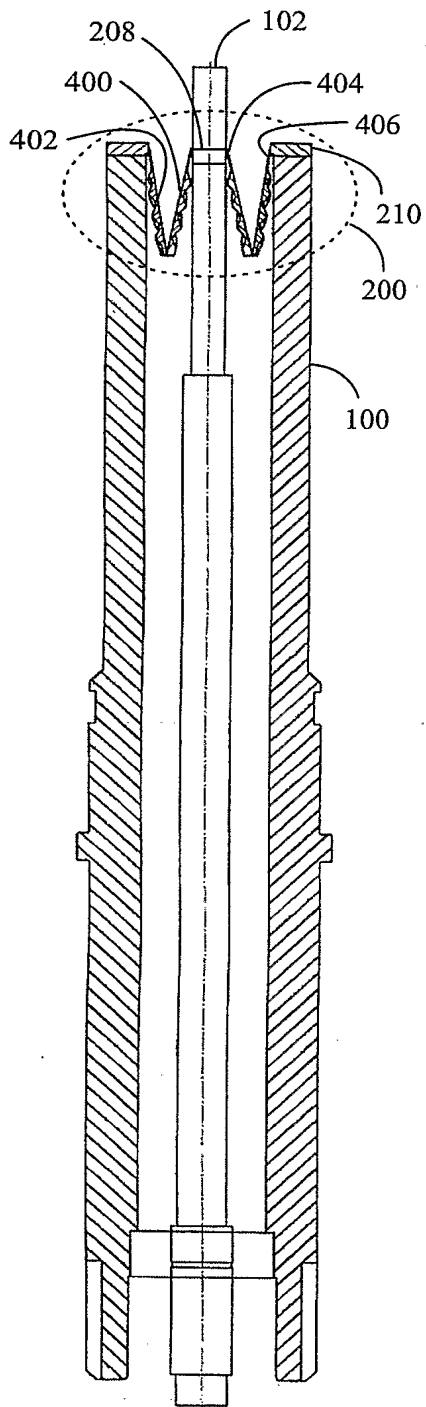


KUVIO 2

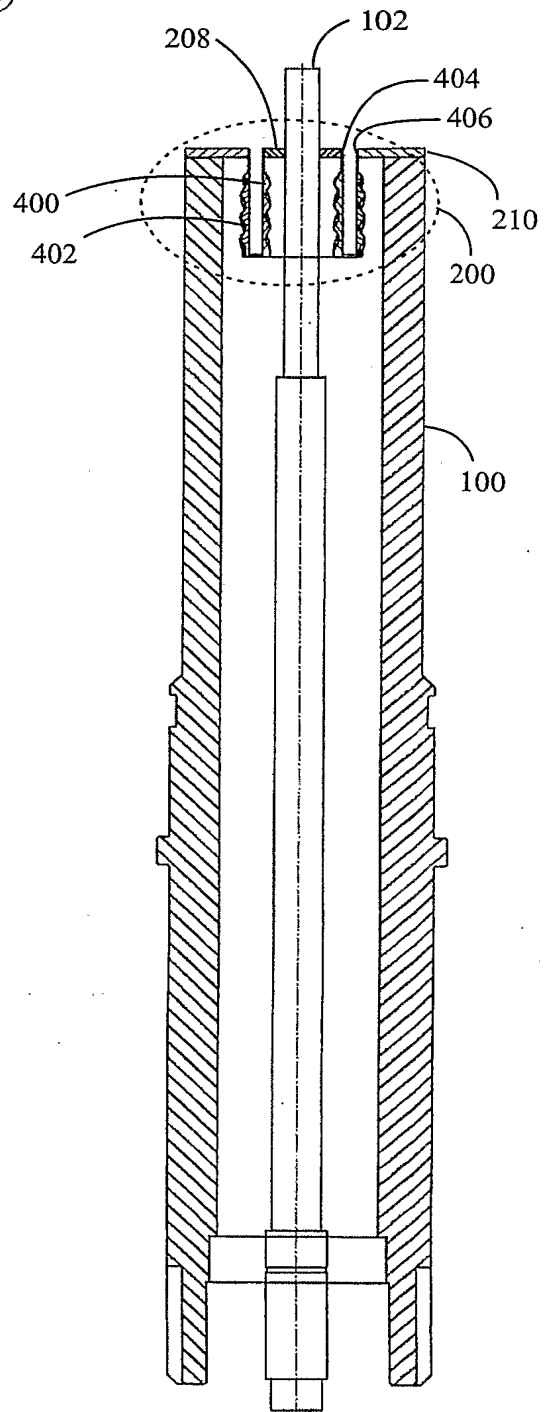


KUVIO 3

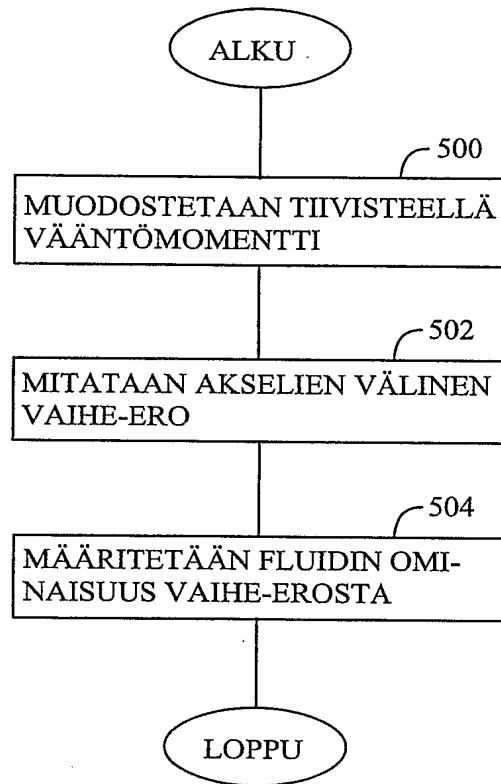
3/5  
LS



KUVIO 4A

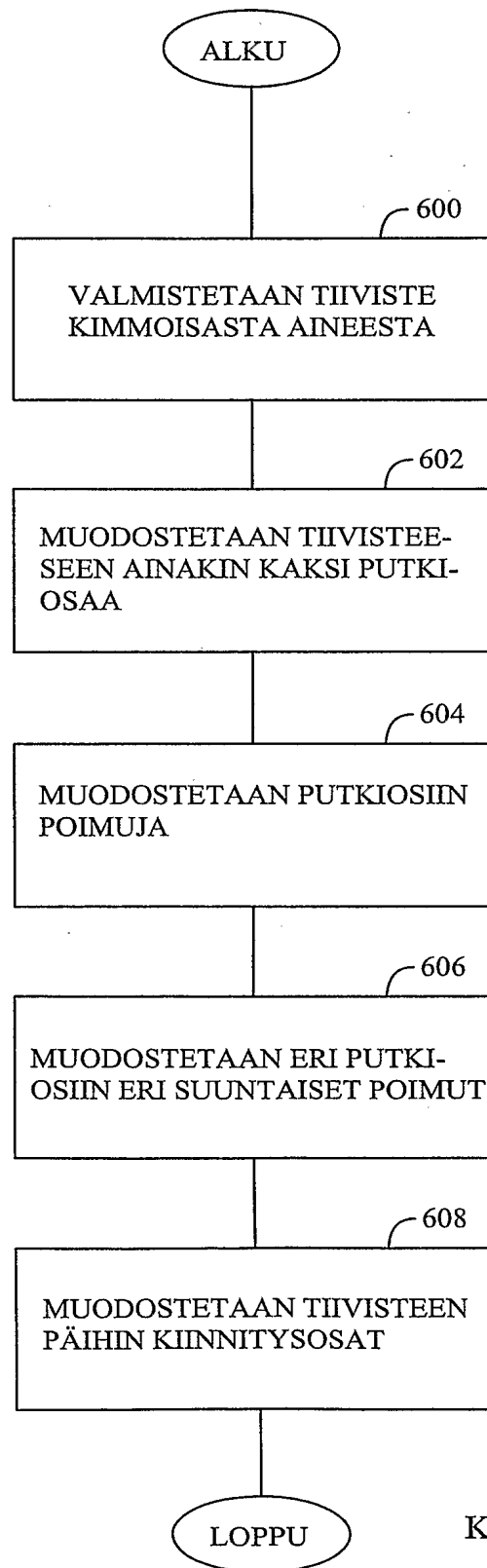


KUVIO 4B



KUVIO 5

5/5  
L5



KUVIO 6